

## ARTIGO ORIGINAL

# Influência da adubação ao rendimento de eucalipto em sistema de integração lavoura, pecuária e floresta

Influence of fertilization on eucalyptus yield in an integrated crop, livestock and forest system

Andrisley Joaquim da Silva<sup>1</sup> , Fernando França da Cunha<sup>2</sup> , Diego Oliveira Ribeiro<sup>1</sup> ,  
Gildomar Alves dos Santos<sup>1</sup> , Cassiano Garcia Roque<sup>3</sup> , Job Teixeira de Oliveira<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Mineiros, GO, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Chapadão do Sul, MS, Brasil

**Como citar:** Silva, A. J., Cunha, F. F., Ribeiro, D. O., Santos, G. A., Roque, C. G., & Oliveira, J. T. (2023). Influência da adubação ao rendimento de eucalipto em sistema de integração lavoura pecuária e floresta. *Scientia Forestalis*, 51, e3994. <https://doi.org/10.18671/scifor.v51.21>

## Resumo

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) consiste em um sistema que visa alta produção de agricultura, floresta e pecuária através da diversificação, rotação, consorciação e sucessão. Assim, o objetivo deste trabalho foi de analisar uma das possibilidades das várias formas de implantar este sistema de grande importância para o agronegócio atual. Com o passar do tempo aumenta a necessidade de se produzir mais e em espaço menor. Através dessa integração pode-se usar o mesmo espaço para até três atividades diferentes, aumentando assim a rentabilidade e lucratividade. A implantação do experimento foi feita na fazenda experimental da faculdade, usando blocos com diferentes espaçamentos entre plantas e variando os tratamentos com adubação NPK. Houve resultados satisfatórios quando usado o N juntamente com K. Para as variáveis de diâmetro à altura do peito e volume por planta ( $m^3 p^{-1}$ ) as doses que se destacaram foram 60, 120 e 180  $kg ha^{-1}$  de N; 50, 100  $kg ha^{-1}$  de K; e as combinações de 60  $kg ha^{-1}$  N + 50  $kg ha^{-1}$  de K e 180  $kg ha^{-1}$  N + 150  $kg ha^{-1}$  K. Para a altura das plantas, a adubação de cobertura promove maiores valores quando comparado à testemunha (sem adubação).

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*; NPK; ILPF; Sustentabilidade.

## Abstract

The Crop-Livestock-Forest Integration (ILPF) system consists of a system that aims at high production of agriculture, forestry and livestock through diversification, rotation, intercropping or succession. Thus, the objective of this study was to analyze the possibilities of the various ways of implementing this system is of great importance for current agribusiness, since with time, the need to produce more on a smaller space increases. By using this integration on the same space one can reach up to three different activities, thus increasing profitability. The experiment was implemented at the university's experimental farm, using blocks with different spacing between plants and varying treatments of NPK fertilization, with satisfactory results; when N was used together with K. For diameter at breast height and volume per plant ( $m^3 p^{-1}$ ), the doses that stood out were 60, 120 and 180  $kg ha^{-1}$  of N; 50, 100  $kg ha^{-1}$  of K; and the combinations of 60  $kg ha^{-1}$  N + 50  $kg ha^{-1}$  K and 180  $kg ha^{-1}$  N + 150  $kg ha^{-1}$  K. For plant height, cover fertilization promotes higher values when compared to the control (without fertilization).

**Keywords:** *Eucalyptus*; NPK; ILPF; Sustainability.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Nada a declarar.

Autor correspondente: job.oliveira@hotmail.com

Recebido: 24 fevereiro 2023.

Aceito: 13 junho 2023.

Editor: Mauro Valdir Schumacher.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o artigo científico seja corretamente citado.

## 1 INTRODUÇÃO

A produtividade média de eucalipto está na casa de  $38,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no Brasil (Indústria Brasileira de Árvores, 2022). As florestas plantadas representam menos de 1% do território nacional, mas são responsáveis por mais de 90% de toda a madeira utilizada para fins produtivos. Os plantios de eucalipto ocupam área de 5,7 milhões de hectares, representando 1,3% do PIB bruto nacional e 6,9% do PIB industrial, gerando mais de 513 mil empregos diretos e cerca de 3,8 milhões indiretos. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de celulose, ficando atrás apenas dos EUA (Caires, 2021).

Os sistemas de ILPF, desde que corretamente conduzidos, são tecnicamente eficientes e ambientalmente corretos, porque partem da premissa de serem implantados em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis: solo corrigido; pluviometria adequada; temperatura e luz não limitantes; e água disponível para pecuária em quantidade e qualidade adequadas (Balbino et al., 2019). Silva et al. (2020) destacam que sistemas de ILPF se classificam como sistemas de produção sustentáveis, onde a integração é uma forma de produzir a mesma quantidade, e em alguns casos, aumento de produtividade, sem a necessidade de agregar novas áreas ao processo produtivo. Além do uso da floresta no sistema ter grande importância, desde a produção de madeira, aumentando a rentabilidade, pois várias espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam grande potencial produtivo graças à necessidade de suprir e desenvolver vários setores florestais brasileiros e aos incentivos à pesquisa.

O crescimento de espécies plantadas em uma determinada área e o monitoramento podem fornecer informações úteis para apoiar o estabelecimento de novas áreas com espécies cultivadas (Souza et al., 2020). Godoi (2020), destaca que é de grande relevância, frente à carência de recomendações atuais, sendo essas, em maior parte para a adubação do eucalipto plantado (alto fuste), o estudo do residual de doses de N, P e K aplicadas no primeiro ciclo produtivo, assim como a adubação de N, P e K em brotações de eucalipto em solo de Cerrado, visto que a produtividade e a ciclagem de nutrientes são favorecidas pela maior disponibilidade no solo, ainda mais considerando o sistema radicular presente do ciclo anterior. Isto também possibilita a compreensão da dinâmica dos nutrientes na cultura do eucalipto ao longo dos seus ciclos (plantio e reforma ou plantio e rebrota).

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da adubação de cobertura ao rendimento volumétrico de eucalipto em sistema de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) em região do Cerrado brasileiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Centro Universitário de Mineiros (Unifimes), localizado na Fazenda Experimental Prof. Dr. Luiz Eduardo de Oliveira Salles (Feleos), Campus II, zona rural, Município de Mineiros/GO, em uma área de sistema de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) em um plantio de Clones de *Eucalyptus* I-144 em 0,5 ha, sendo híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. As coordenadas geográficas:  $17^{\circ}36'00''$  e  $17^{\circ}35'04''$  de Latitude Sul e  $52^{\circ}38'16''$  e  $52^{\circ}37'20''$  de Longitude Oeste de Greenwich (W.Gr), situado na Microrregião Sudoeste de Goiás, sendo desenvolvido na forma de experimento, em região de Cerrado.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzênico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). Na avaliação química do solo foram encontrados os teores dos elementos químicos: potássio (K) de  $0,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; cálcio (Ca) de  $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; magnésio (Mg) de  $2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; alumínio (Al) de  $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; matéria orgânica (MO) de  $15 \text{ g dm}^{-3}$ ; potencial hidrogeniônico (PH) de 4,1; fósforo resina de  $1 \text{ mg dm}^{-3}$ ; capacidade de trocas catiônicas (CTC) de  $39,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; enxofre (S) de  $4 \text{ g dm}^{-3}$  e saturação por bases (V) 13,78%.

Aplicou-se uma adubação no sulco de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$  (5:25:15), sendo  $12 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ;  $60 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  e  $36 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ . O experimento foi implantado em 20 de junho de 2018. O delineamento experimental utilizado foi em Blocos Casualizados (DBC), com 10 tratamentos, com 4 repetições, contemplando 7 árvores, totalizando 280 plantas, com

espaçamento 2 m x 12 m, em uma área de 0,5 ha<sup>-1</sup>. Sendo utilizado como fonte de Nitrogênio (N) um formulado N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (45-0-0), onde os tratamentos são apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1** - Doses de nutrientes aplicadas em adubação de cobertura em sistema ILPF, Goiás, Brasil.

Tratamento	N (kg ha <sup>-1</sup> )	N (g planta <sup>-1</sup> )	K (kg ha <sup>-1</sup> )	K (g planta <sup>-1</sup> )
Testemunha (T0)	0	0	0	0
Tratamento 1 (T1)	60	79	0	0
Tratamento 2 (T2)	120	158	0	0
Tratamento 3 (T3)	180	237	0	0
Tratamento 4 (T4)	0	0	50	49
Tratamento 5 (T5)	0	0	100	99
Tratamento 6 (T6)	0	0	150	149
Tratamento 7 (T7)	60	79	50	49
Tratamento 8 (T8)	120	158	100	99
Tratamento 9 (T9)	180	237	150	149

Para a determinação da quantidade de K, foi utilizada a recomendação proposta por Gonçalves (1995), baseado nos teores de argila de 0 a 15 g kg<sup>-1</sup> do solo, sendo ela a fonte principal de K<sub>2</sub>O no solo. Para as espécies do gênero de *Eucalyptus*, de acordo com o teor de K trocável entre 0 a 9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aplicou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O mesmo autor recomenda a quantidade de N, baseado nos teores de Matéria Orgânica (MO) do solo, sendo ela a fonte principal de N no solo. Para as espécies do gênero de *Eucalyptus*: teores de M.O de 0-15 g dm<sup>-3</sup> aplicou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Os métodos utilizados para estimar a altura total das árvores foram baseados na coleta de dados com o aparelho Haglof Sweden, sendo que às medições se mantiveram a uma distância horizontal de 10 m do aparelho até a árvore. Para a caracterização da estrutura diamétrica do povoamento foram coletados os DAP<sub>(1,30)</sub> (diâmetro a altura do peito) em todas as árvores da parcela. E, para a determinação do rendimento volumétrico foi realizado a avaliação de DAP e altura de plantas, e em seguida aplicada a cubagem pelo método do volume do cilíndrico com utilização de um fator de correção para ajustar o volume madeira, sendo este *ff* (fator de forma) preposto para *Eucalyptus* no valor 0,45 de acordo com seguinte fórmula da estimativa do volume da árvore em pé onde:

$$Vol_{m^3} = \left( \frac{\pi \cdot DAP^2}{40.000} \right) \cdot Ht \cdot ff$$

onde:

*Vol<sub>m<sup>3</sup></sub>* = estimativa de volume de árvore em pé;

DAP= diâmetro a altura do peito;

*Ht*= altura total da árvore;

*ff*= fator de forma para *Eucalyptus*.

Para aplicação da Análise Quadrática, os dados foram submetidos às análises de variância, com uso Software Excel. As análises estatísticas e comparação de médias entre os tratamentos, foi utilizado o programa estatístico Sisvar ao nível de significância de 5% pelo teste Scott – Knott. Para cada variável analisada, foi obtido a média e o erro padrão.

### 3 RESULTADOS

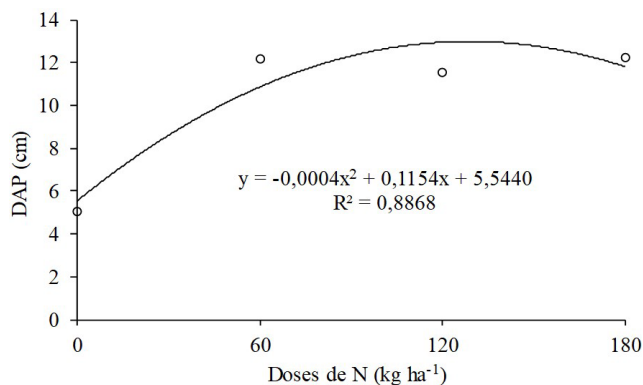
Para a variável diâmetro à altura do peito (DAP), pode-se verificar que os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T7 e T9 se sobressaíram. A testemunha (T0) apresentou o menor DAP, de 5,09 cm. Na variável altura, os tratamentos que receberam adubação diferem da testemunha, sendo a menor média encontrada no tratamento sem aplicação de fertilizantes, com 5,5 m de altura. Para variável de volume de madeira, em m<sup>-3</sup> médio, entre os tratamentos destacaram as doses T1, T2, T3, T4, T5, T7 e T9 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Valores médios de DAP à 1,30 m (cm), altura (m), e volume (m<sup>3</sup> p<sup>-1</sup>) em diferentes doses de adubação de cobertura 14 meses após o plantio de eucalipto em sistema ILPF, GO.

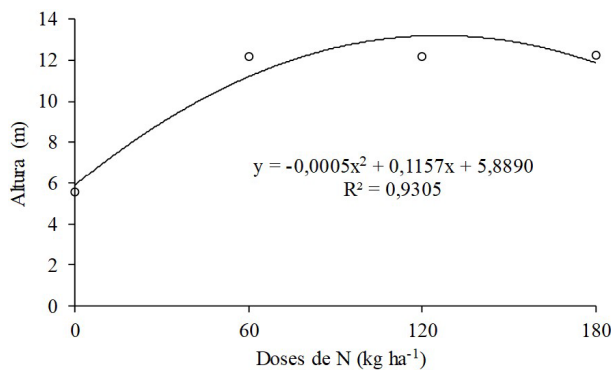
Tratamentos	DAP (cm)	ALT (m)	VOL (m <sup>3</sup> p <sup>-1</sup> )
Testemunha (T0)	5,09 c*	5,55 b	0,0075 c
120 kg ha <sup>-1</sup> de N + 100 kg ha <sup>-1</sup> K (T8)	9,78 b	10,13 a	0,0354 b
150 kg ha <sup>-1</sup> de K (T6)	10,38 b	11,68 a	0,0462 b
60 kg ha <sup>-1</sup> de N (T1)	12,22 a	12,20 a	0,0596 a
100 kg ha <sup>-1</sup> de K (T5)	12,26 a	11,70 a	0,0627 a
50 kg ha <sup>-1</sup> de K (T4)	11,97 a	12,21 a	0,0634 a
180 kg ha <sup>-1</sup> de N (T3)	12,28 a	12,21 a	0,0656 a
120 kg ha <sup>-1</sup> de N (T2)	11,59 a	12,16 a	0,0670 a
60 kg ha <sup>-1</sup> de N + 50 kg ha <sup>-1</sup> K (T7)	13,97 a	11,80 a	0,0826 a
180 kg ha <sup>-1</sup> de N + 150 kg ha <sup>-1</sup> K (T9)	13,01 a	13,86 a	0,0844 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de erro. DAP<sub>(1,30)</sub> (diâmetro do tronco a 1,30 m do solo) = CV%: 14,6; Média Geral: 11,26 cm; DMS: 3,15; Altura<sub>(m)</sub> (altura de árvore) = CV%: 12,46; Média Geral: 11,25 m; DMS: 1,86; VOL m<sup>3</sup> p<sup>-1</sup> (volume de madeira por planta) = CV%: 12,45; Média Geral = 0,0575 m<sup>3</sup> p<sup>-1</sup>; DMS = 0,0087.

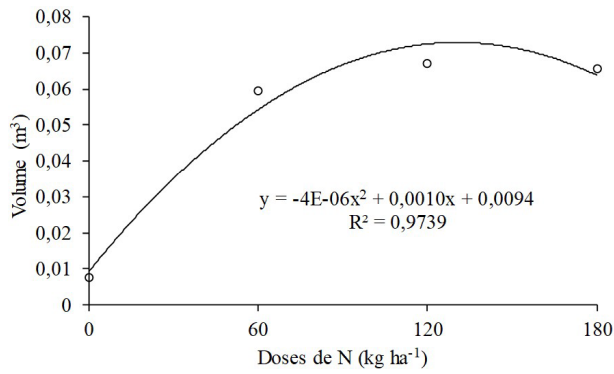
As Figuras 1, 2 e 3 representam a análise quadrática do comportamento das variáveis em relação às doses 60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, dividida em 3 aplicações como adubação de cobertura nas plantas de *Eucalyptus*.



**Figura 1** - Análise quadrática da variável de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) em relação à dose de N aplicada.



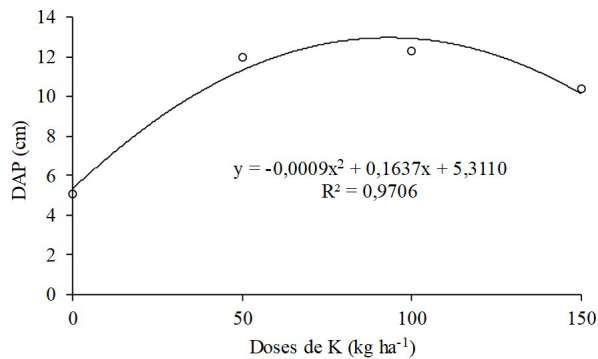
**Figura 2** - Análise quadrática da variável de ALT (altura total de árvore) em relação à dose de N aplicada.



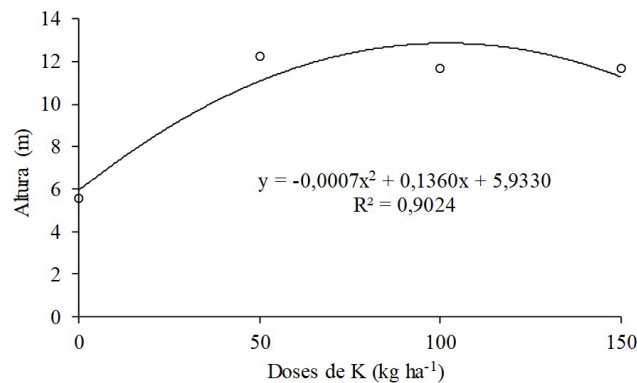
**Figura 3** - Análise quadrática da variável de volume em metros cúbicos de madeira de cada árvore, em relação à dose de N aplicada.

Para adubação de cobertura com uso de nitrogênio e seu incremento nas mudas quando adubadas em sua fase pós plantio no solo, pode se observar que o DAP encontrou sua estabilidade com uso de uma dose de 129 kg de N ha<sup>-1</sup> chegando assim no diâmetro de 13,0 cm, como apresentado na Figura 1. Já o comportamento da variável altura apresentou seu ponto de estabilidade com a dose de 126 kg de N ha<sup>-1</sup> e obtendo uma altura de 13,2 m como está relacionado na Figura 2. O volume de madeira ótimo entre os tratamentos foi encontrado com a dose de 131 kg de N ha<sup>-1</sup> obtendo um volume de madeira médio por planta de 0,0729 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

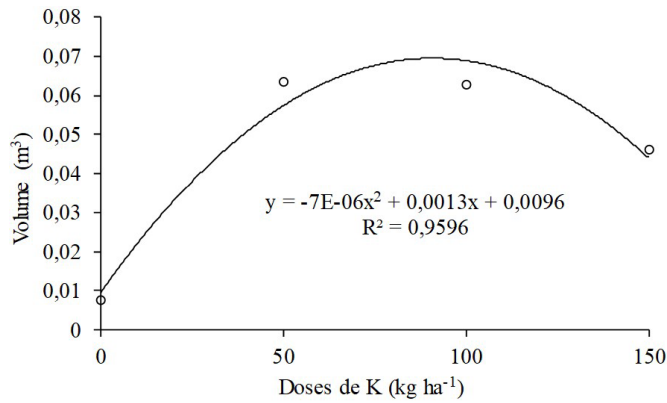
As Figuras 4, 5 e 6 representam a análise quadrática do comportamento das variáveis em relação às doses 50, 100, 150 kg ha<sup>-1</sup> de K, dividida em 3 aplicações como adubação de cobertura nas plantas de *Eucalyptus*.



**Figura 4** - Análise quadrática da variável de DAP (diâmetro medido a 1,30 m do solo) em relação à dose de K aplicada.



**Figura 5** - Análise quadrática da variável de ALT (altura total de árvore) em relação à dose de K aplicada.



**Figura 6** - Análise quadrática da variável de volume em metros cúbicos de madeira de cada árvore, em relação à dose de K aplicada.

Para adubação de cobertura com uso de potássio e seu incremento nas mudas quando adubadas em sua fase pós plantio no solo, pode se observar que o DAP encontrou sua estabilidade com uso de uma dose de 93 kg de K ha<sup>-1</sup> chegando assim no diâmetro de 13,0 cm, como apresentado na Figura 4. Já a variável altura apresentou seu ponto de estabilidade com a dose de 102 kg de K ha<sup>-1</sup> e obtendo uma altura de 12,9 m como apresentado na Figura 5. O volume de madeira ótimo entre os tratamentos foi encontrado com a dose de 91 kg de K ha<sup>-1</sup> obtendo um volume de madeira médio por planta de 0,0694 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, como apresentado na Figura 6.

#### 4 DISCUSSÃO

*Eucalyptus* é um gênero que possui excelentes qualidades, superando qualquer outro em aumentar o volume de madeira quando as condições ambientais são adequados, o que é a causa de seu grande uso (Chain et al., 2020), além de ter boa madeira para serrarias e excelente para celulose (Mphahlele et al., 2020; Oliveira et al., 2021).

Assis et al. (2018), avaliaram o efeito da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade da madeira no clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, onde a produção de matéria seca após a dosagem foi verificada há seis anos. A fertilização é uma técnica amplamente aceita e usada na silvicultura para aumentar o uso de plantas florestais. No entanto para Lima et al. (2018), a eficácia da fertilização depende de fatores como a seleção da fonte nutricional mais adequada para cada situação específica, dependendo das espécies florestais, características do solo, condições ecológicas e aplicações econômicas específicas e sua forma e maneira de maximizar seu potencial como fonte de nutricional, minimizando os custos e problemas associados ao seu uso. Para Silva et al. (2018) trabalhando com rebrota a omissão de N, não interferiu no crescimento das brotações, pois o mesmo foi suprido pela mineralização desse elemento presente na serapilheira da colheita do ciclo anterior. A ciclagem dos nutrientes por meio da serapilheira contribui para o fornecimento dos nutrientes, e o N é um dos principais nutrientes disponibilizados, minimizando custos com adubação nitrogenada.

Torres et al. (2016) compararam o crescimento de eucalipto em monocultivo (de espaçamentos mais adensados) com o sistema ILPF (com espaçamento mais amplo). Esses autores encontraram resultados em que DAP do plantio em ILPF foi superior, explicando o sucesso do plantio em razão ao espaçamento. Esse resultado mostra que com maiores espaçamentos a competição intraespecífica diminui (Vera et al., 2022). No presente estudo, o espaçamento foi de 2 m x 12 m, considerado grande se comparado ao plantio adensado, e aliado a incremento de dosagens de N, oferecem um sucesso no aumento de diâmetro do tronco do eucalipto.

Kruchelski et al. (2022) destacam que o efeito da competição devido ao menor espaçamento entre as árvores, provoca um maior crescimento em altura. Porém, além do espaçamento, constatamos que a dosagem de N influencia fortemente para o crescimento da planta. Nos plantios mais adensados, como nas densidades 1037, 1167 e 1313 árvores ha<sup>-1</sup>, a estagnação

do crescimento volumétrico ocorre pela competição por luz, água, nutrientes e também espaço para crescimento radicular e aéreo (Sereghetti et al., 2015). Em espaçamentos maiores há maior disponibilidade desses fatores essenciais às plantas e conseguem apresentar uma diferença de crescimento em relação aos menores espaçamentos de plantio. Ao se considerar o resultado do volume de eucalipto, que tem reflexos econômicos diretos, o comportamento apresentado mostra-se inverso, ou seja, quanto mais amplo o espaçamento, menor o volume por área (Vera et al., 2022).

Ao Longo de anos de adoção do iLPF, observou-se melhoria dos atributos químicos do solo, em especial os teores de potássio, fósforo e matéria orgânica, bem como incremento gradual na produção (Balbino et al., 2019). Segundo o relatório publicado pela Indústria Brasileira de Árvores (2022), as florestas plantadas brasileiras estão entre as mais produtivas do mundo, com produtividade média para o eucalipto de  $38,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Percebe-se que o volume de madeira em solos com textura arenosa sempre é limitado em sua produção, quando não existe aporte da fonte de K, sendo isso detectado por alguns Estudos. Mateus et al. (2019) relatam que potássio é um dos principais nutrientes utilizados pelas plantas de eucalipto cultivadas no mundo. O uso do potássio na implantação de culturas florestais, acabou se tornando notado, principalmente pelos processos que abrangem a fisiologia das plantas, de modo a considerar importante a atuação deste nutriente para o funcionamento regular de diversos processos na planta, agindo no metabolismo e no transporte de carboidratos (Cardozo, 2021).

Finalmente, cabe destacar que no planejamento dos SAFs é extremamente importante considerar a densidade, o espaçamento, o arranjo espacial das árvores e o adequado manejo das árvores, pois o sortimento de produtos madeireiros é afetado por diferenças mínimas nesses fatores (Macedo et al., 2019; Braga et al., 2022).

## 5 CONCLUSÃO

Para as variáveis de diâmetro à altura do peito e volume por planta ( $\text{m}^3 \text{ p}^{-1}$ ) as doses que se destacaram foram 60, 120 e 180  $\text{kg ha}^{-1}$  de N; 50, 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de K; e as combinações de 60  $\text{kg ha}^{-1}$  N + 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de K e 180  $\text{kg ha}^{-1}$  N + 150  $\text{kg ha}^{-1}$  K.

Para a altura das plantas, a adubação de cobertura promove maiores valores quando comparado à testemunha (sem adubação).

## REFERÊNCIAS

- Assis, C. O., Trugilho, P. F., Goulart, S. L., Assis, M. R., & Bianchi, M. L. (2018). Efeito da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade de madeira e carvão de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. *Florestas e Meio Ambiente*, 25(1), e00117914. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.117914>.
- Balbino, L. C., Kichel, A. N., Bungenstab, D. J., & Almeida, R. G. (2019). Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios. In D. J. Bungenstab, R. G. Almeida, V. A. Laura, L. C. Balbino & A. D. Ferreira (Eds.), *iLPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta* (pp. 31-48). Brasília: Embrapa. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1113066>
- Braga, F., Silva, Y., & Braga, P. P. (2022). Produção e sortimento de madeira em plantio convencional e agrossilvipastoril de eucalipto. *Agrarian Academy*, 9(17), 49-61. [http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian\\_Academy\\_2022A5](http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2022A5).
- Caires, N. (2021, Agosto 17-19). Fundamentos inovações e práticas de campo. In *Simpósio online sobre florestas de eucalipto*. Piracicaba: NPCT. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <https://www.npct.com.br/conference/eucalipto>
- Cardozo, L. S. (2021). *Potássio na cultura do eucalipto: uma revisão bibliométrica* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Estadual Paulista, Dracena. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <http://hdl.handle.net/11449/215618>
- Chaín, J. M., Tubert, E., Graciano, C., Castagno, L. N., Recchi, M., Pieckenstain, F. L., & Baroli, I. (2020). Growth promotion and protection from drought in *Eucalyptus grandis* seedlings inoculated with beneficial bacteria embedded in a superabsorbent polymer. *Scientific Reports*, 10(1), 18221. PMID:33106567. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-75212-4>.

- Godoi, N. M. I. (2020). *Adubação e doses remanescentes de nitrogênio, fósforo e potássio em eucalipto no sistema de talhadia no cerrado* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192107/godoi\\_nmi\\_me\\_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192107/godoi_nmi_me_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Gonçalves, J. L. M. (1995). Recomendações de fertilização para eucalipto, pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. *Documentos Florestais*, 15, 1-23. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistoricoexterno/DocumentosFlorestaisNumero15.pdf>
- Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ. (2022). *Relatório Anual IBÁ 2022* (96 p.). São Paulo: IBÁ. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>
- Kruchelski, S., Trautenmüller, J. W., Orso, G. A., Roncatto, E., Triches, G. P., Behling, A., & Moraes, A. D. (2022). Modelagem da relação altura-diâmetro de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57, e02785. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2022.v57.02785>.
- Lima, A. S. F., Gonçalves, J. L. M., & Gonçalves, A. N. (2018). Efeito da omissão de nutrientes em brotações de eucalipto. *Núcleo*, 15(1), 147-160. <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2836>.
- Macedo, R. L. G., Venturin, R. P., Viana, M. C. M., Venturin, N., & Carvalho, F. (2019). O componente arbóreo e suas interações no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: D.J. Bungenstab, R.G. Almeida, V.A. Laura, L.C. Balbino & Ferreira, A.D. (Eds.), *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta* (pp. 473-492). Brasília: Embrapa.
- Mateus, N. D. S., Ferreira, E. V. D. O., Arthur Junior, J. C., Domec, J. C., Jordan-Meille, L., Leonardo de Moraes Gonçalves, J., & Lavres, J. (2019). The ideal percentage of K substitution by Na in Eucalyptus seedlings: evidences from leaf carbon isotopic composition, leaf gas exchanges and plant growth. *Plant Physiology and Biochemistry*, 137, 102-112. PMID:30771564. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.02.006>.
- Mphahlele, M. M., Isik, F., Mostert-O'Neill, M. M., Reynolds, S. M., Hodge, G. R., & Myburg, A. A. (2020). Expected benefits of genomic selection for growth and wood quality traits in *Eucalyptus grandis*. *Tree Genetics & Genomes*, 16(4), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-020-01443-1>.
- Oliveira, B. R., Silva, A. A. P., Teodoro, L. P. R., Azevedo, G. B., Azevedo, G. T. D. O. S., Baio, F. H. R., & Teodoro, P. E. (2021). *Eucalyptus* growth recognition using machine learning methods and spectral variables. *Forest Ecology and Management*, 497, 119496. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119496>.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (356 p.). Brasília, DF: Embrapa.
- Sereghetti, G. C., Lanças, K. P., Sartori, M. S., Rezende, M. A., & Soler, R. R. (2015). Efeito do espaçamento no crescimento e na densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em florestas de ciclo curto. *Energia na Agricultura*, 30(3), 257-262. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n3p257-262>.
- Silva, J. J. N., Mello, W. Z., Rodrigues, R. A. R., Alves, B. J. R., Souza, P. A., & Conceição, M. C. G. (2018). Troca de nitrogênio em florestas tropicais e plantações de eucalipto no Brasil em antropófitos. *Revista Virtual de Química*, 10(6), 1792-1808. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180118>.
- Silva, J. W. T., Souza, B. M. L., & Silva, C. M. (2020). Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). *Ciência Animal*, 30(3), 71-84. Recuperado em 23 de fevereiro de 2023, de <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9737>
- Souza, M. T. P., Azevedo, G. B., Azevedo, G. T. D. O. S., Teodoro, L. P. R., Plaster, O. B., Assunção, P. C. G., & Teodoro, P. E. (2020). Growth of native forest species in a mixed stand in the Brazilian Savanna. *Forest Ecology and Management*, 462, 118011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118011>.
- Torres, C. M. M. E., Oliveira, A. C., Pereira, B. L. C., Jacovine, L. A. G., de Oliveira Neto, S. N., Carneiro, A. D. C. O., & Torres, C. M. M. E. (2016). Estimativas da produção e propriedades da madeira de eucalipto em Sistemas Agroflorestais. *Scientia Forestalis*, 44(109), 137-148. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n109.13>.
- Vera, D. E., Laura, V. A., Ferreira, A. D., & Couto, A. M. (2022). Crescimento e forma do eucalipto em função da densidade de plantio. *Ciência Florestal*, 32(1), 504-522. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509848402>.

**Authors' contributions:** AJS: conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, resources, validation, visualization, writing – original draft, writing – review & editing. FFC: formal analysis, validation, visualization, writing – original draft, writing – review & editing. DOR and GAS: data curation, investigation, validation, visualization. CGR: conceptualization, methodology, validation, visualization. JTO: data curation, formal analysis, methodology, validation, visualization, writing – original draft, writing – review & editing.